Temat:

Projekt koncepcyjny instalacji fotowoltaicznej o mocy 78,88kWp z magazynem energii o pojemności 103,5kWh oraz systemem zarządzania przepływem energii w budynku

Adres Inwestycji:

Szkoła Podstawowa nr 5
16-400 Suwałki, ul. Klonowa 51

Inwestor:

Urząd Miasta Suwałki
16-400 Suwałki, ul. Mickiewicza 1

Branża:

Elektryczna
Instalacje fotowoltaiczne, magazyny energii

Zawartość

1. OPIS TECHNICZNY....3
1.1. Podstawy opracowania....3
1.2. Przedmiot opracowania....3
1.3. Lokalizacja Inwestycji....3
1.4. Stan obecny instalacji....4
1.5. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej....4
1.6. Opis przedsięwzięcia....4
1.7. Dane klimatyczne....5
2. ELEMENTY SKŁADOWE SYSTEMU....6
2.1. Moduły fotowoltaiczne Bifacjalne podwójne szkło N-type....6
2.2. Inwertery fotowoltaiczne....7
2.3. Magazyn Energii....8
2.4. System zarządzania rozpływem energii:....9
2.5. Analiza produkcji energii elektrycznej....10
2.6. Wydajność w pierwszych 25 latach funkcjonowania....11
2.6.1. Charakterystyka instalacji elektrycznej....12
2.6.2. Okablowanie DC inwerterów....12
2.7. Instalacja uziemiająca....13
2.7.1. Instalacja odgromowa....13
2.8. Ochrona przeciwporażeniowa....13
2.9. Ochrona przeciwprzepięciowa....13
2.10. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej....14
2.11. Opis konstrukcji wsporczej....14
3. UWAGI KOŃCOWE....15
3.1. Pomiary....15
4. LITERATURA....16
4.1. Normy....16

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Podstawy opracowania

- zlecenie Inwestora
- wizja lokalna
- obowiązujące normy i przepisy

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt koncepcyjny **mikroinstalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii**.

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje:

- Dobór modułów fotowoltaicznych
- Dobór inwerterów
- Dobór konstrukcji wsporczej
- Dobór magazynu energii
- Dobór systemu zarządzania energią
- Dobór instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego,
- Dobór okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej

1.3. Lokalizacja Inwestycji

Lokalizacja:

- ul. Klonowa 51, 16-400 Suwałki

Rys. 1 Zdjęcie satelitarne położenia obiektu.

Rys. 2 Zdjęcie miejsca montażu instalacji

1.4. Stan obecny instalacji

Zużycie energii na podstawie faktur z PGE:

- Zużycie energii wyniosło **86 000 kWh**.
- Nie posiadał i nie posiada magazynów energii elektrycznych

1.5. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

- napięcie przyłączeniowe 400V (3 fazy),
- napięcie znamionowe instalacji 400V (3 fazy),

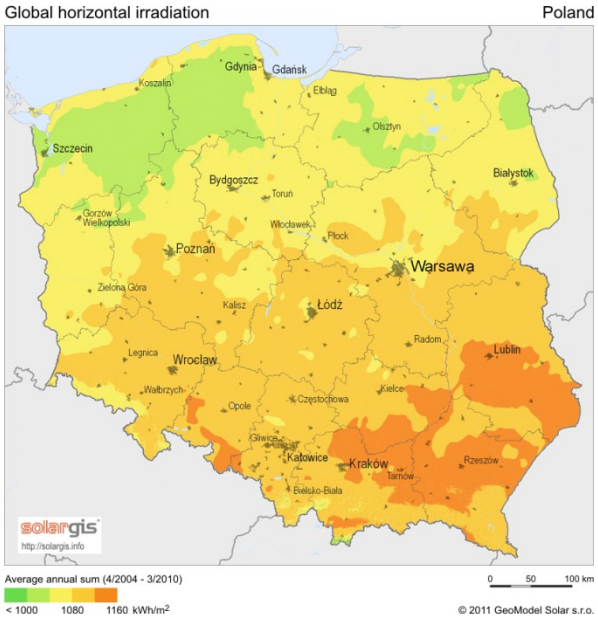
1.6. Opis przedsięwzięcia

W wyniku wdrożenia projektu Inwestor posiadać będzie instalację i urządzenia produkujące oraz magazynujące energię elektryczną wykorzystujące energię promieniowania słonecznego. Instalacja fotowoltaiczna została zintegrowana z siecią energetyczną zasilającą obiekt i zgłoszona do PGE Dystrybucja, produkowana energia będzie wykorzystywana priorytetowo do zasilania budynków poprzez system Zarządzania Energią. Jej nadmiar będzie wysyłany do operatora sieci PGE, co pozwala rozliczyć nadmiarową energię w formie systemu net-billing. Instalacja została zbudowana na systemowej konstrukcji wsporczej.

Energia prądu stałego pozyskana z paneli fotowoltaicznych dostarczona będzie kablami solarnymi DC do inwertera DC/AC, w którym przetworzona jest na prąd przemienny 0,4kV. Stąd energia dostarczona zostanie do rozdzielnicy RAC, a następnie włączona do złącza kablowego. W rozdzielnicy RAC oraz w inwerterze znajdują się zabezpieczenia nadprądowe, przeciwprzepięciowe.

1.7. Dane klimatyczne

- Globalne nasłonecznienie horyzontalne szacuje się na poziomie 1036,5kWh/m2
- Usłonecznienie szacuje się na poziomie 1600 h. (Usłonecznienie: Ilość godzin słonecznych w roku)



Rozkład globalnego nasłonecznienia horyzontalnego w Polsce.

Rozkład usłonecznienia (czasu operowania słońca) w skali roku w Polsce

Strefy śniegowe Wg EN 1991-1-3:2003

Strefy wiatrowe Wg PN-77/B-02011

Strefa	Obciążenie śniegiem (sk, kN/m2)
4	1,2

Strefa	Obciążenie wiatrem (Ciśnienie prędkości wiatru Qp)
1	250 Pa

2. ELEMENTY SKŁADOWE SYSTEMU

2.1. Moduły fotowoltaiczne Bifacjalne podwójne szkło N-type

Panele fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zainstalowany został zestaw 136 modułów ***)*** o mocy **500-600Wp** wykonanych w technologii monokrystalicznej bifacjalne podwójne szkło N-type. Proces wytwarzania energii jest przyjazny środowisku, gdyż wykorzystuje się w nim zjawisko fotoelektryczne, które nie ma żadnych produktów ubocznych. Nie generuje hałasu, nieprzyjemnego zapachu, nie wymaga dodatkowych materiałów eksploatacyjnych, nie stwarza zagrożenia dla ludzi i zwierząt. Panele fotowoltaiczne montowane zostały na dedykowanych konstrukcjach wsporczych umożliwiających mocowanie paneli na dachu.

Żywotność paneli to 30 lat. Po 30 latach zachowują minimum 87,4% początkowej mocy. Dzięki wykorzystaniu systemów PV, będą one wytwarzały prąd przez cały długoletni okres eksploatacji w sposób wysoce efektywny, czysty i przyjazny dla środowiska naturalnego.

Technologia bifacial umożliwia dodatkowe pozyskiwanie energii z tylnej strony modułu (do 30%)

Rys. 3 Charakterystyka degradacji mocy modułów

Tabela 1 Parametry modułów) użyte do symulacji w PVSOL **Parametr** **Sym**

bol	**Wartość**	
Moc znamionowa	Pmax	500-600 Wp
Napięcie obwodu otwartego	V_{oc}	51,19 V
Prąd zwarciowy	I_{sc}	14,06 A
Napięcie znamionowe	V_{mp}	43,52 V
Natężenie prądu MPP	I_{mp}	13,33 A
Sprawność	ηm	min. 22 %
Temperaturowy współczynnik mocy nie mniejszy niż -0,3%/°C		
Temperaturowy współczynnik napięcia nie mniejszy niż -0,28%/°C		
Tolerancja mocy: 0/+5W.		
Obciążenie prądem wstecznym: 20A		

2.2. Inwertery fotowoltaiczne

Energia elektryczna wytwarzana w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i jest wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych poprzez konwersję prądu stałego na prąd przemienny w inwerterze. Dobrano **trzy** inwertery zapewniające bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń.

Tabela 2 Parametry inwertera Huawei

STRONA DC		
Ilość	1	2
Moc maksymalna DC	18,0 kW	37,5kW
Maksymalne napięcie DC	1100V	1100V
Użyteczny zakres napięć MPP	200-1000V	200-1000V
Napięcie inicjujące DC	200V	200V
Ilość niezależnych wejść MPP	2	2
Ilość wejść DC	4	4
STRONA AC		
Moc znamionowa (25°C / 50°C)	13,2 kVA	27,5 kVA
Częstotliwość znamionowa	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz
Sprawność max/sprawność euro	98%	98%

Charakterystyka inwertera:

- Stopień ochrony min. IP66.
- Inwerter powinien być wyposażony w zabezpieczenia przed pracą wyspową realizowane przez monitorowanie napięcia i częstotliwości, i mechanizm synchronizujący z siecią energetyczną operatora.
- Inwerter powinien spełniać wymagania jakościowe produkowanej energii zgodnie z wymaganiami operatora sieci, dlatego powinien być wyposażony w monitoring jakości nie dopuszczający do pracy inwertera, gdy zawartość harmonicznych THD przekroczy próg 3%.
- Inwerter wyposażony powinien być w następujące zabezpieczenia:
    - Rozłącznik DC.
    - Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe SPD zabudowane pod obudową inwertera.

Inwerter powinien być zgodny z normą PN-EN 50438 lub równoważne, określającą wymagania dla instalacji przeznaczonych do równoległego przyłączania do sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia.

2.3. Magazyn Energii

Dobrano **pięć** magazynów energii , które można instalować na zewnątrz, powinny być wyposażone w grzałkę wewnętrzną. Nadmiar energii elektrycznej wytwarzanej w modułach fotowoltaicznych będzie gromadzony w magazynie energii. Energia będzie wykorzystywana podczas niedoboru energii słonecznej na zasilanie odbiorów budynku.

Tabela 3 Parametry magazynu energii

Parametry podstawowe	
Ilość	5
Typ akumulatora	$LiFePO_4$
Pojemność maksymalna	20.7 kWh
Napięcie znamionowe DC	600 V
Zakres napięć pracy	600 – 980 V
Maks. Moc ładowania / rozładowania	10.5 kW
Pojemność użytkowa	100 %
Parametry dodatkowe	
Wilgotność względna	5% - 95%
Temperatura pracy	-20ºC - +55ºC
Waga	216kg
Ilość cyki ładowania/rozładowania	6000

Charakterystyka magazynu energii:

- Stopień ochrony min. IP66.
  - Magazyn powinien spełniać wymagania jakościowe CE, RCM, CEC, VDE2510-50, IEC62619, IEC 60730, UN38.3, ISO13849, REACH, RoHS lub równoważne
- Magazyn wyposażony będzie w:
  - Rozłącznik DC.
  - Diody sygnalizacyjne
  - Porty komunikacyjne RS485 lub CAN

2.4. System zarządzania rozpływem energii

W rozdzielnicy głównej obiektu zamontowany zostanie dodatkowy licznik energii elektrycznej (Smart Meter) połączony z falownikiem portem komunikacyjnym RS485. Odczyty z licznika służyć będą do sterowania mocą instalacji fotowoltaicznej tak aby jak najlepiej wykorzystać energię z magazynów energii. Produkowana energii w pierwszej kolejności będzie wykorzystywana na pokrycie potrzeb obiektu, następnie do ładowania magazynów energii, nadmiar będzie odsprzedawany do zakładu energetycznego. W okresach w których nasłonecznienie będzie niewystarczające do pokrycia bieżącego zapotrzebowania, system będzie pokrywał braki energii z banków akumulatorów. Poprzez oprogramowanie instalacja będzie miała możliwość optymalizacji wykorzystania energii poprzez sprzedaż nadwyżki energii w dogodnych okresach czasowych np. rano kiedy cena energii będzie optymalna do sprzedaży. System ma mieć możliwość sterowanie dodatkowymi urządzeniami jak np. ładowanie magazynu cieplnego (grzanie wody użytkowej) lub sterownie dodatkowymi odbiorami elektrycznymi np. ładowarki samochodowe, pompy ciepła, w okresach nadprodukcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.

Tabela 4 Parametry systemu zarządzania energią

Parametry podstawowe	
Wejście cyfrowe	× 2 ≤ 20 m
Wyjście cyfrowe	× 2 ≤ 20 m
Falowniki	3 szt.
Inteligentne ładowarki	2 szt.
Pompa ciepła - Jedną pompę ciepła można podłączyć bezpośrednio do .Więcej można podłączyć za pomocą urządzenia Shelly.	1 szt.
Urządzenie	20 szt.

Rys. 4 Schemat systemu zarządzania energią w budynku

2.5. Analiza produkcji energii elektrycznej

Podstawą opracowania są symulacje komputerowe wariantów instalacyjnych w programie PV*SOL Valentin software. Program uwzględnia warunki meteorologiczne we wskazanej lokalizacji. Nie uwzględniono zanieczyszczeń modułów oraz czasu zalegania śniegu na modułach w miesiącach zimowych.

W analizowanej lokalizacji wysokość słońca w zenicie zależna jest od pory roku. W najkrótszym dniu roku ma ono wartość około 13,5°, a w najdłuższym 62°.

Tabela 4 Wyniki symulacji komputerowych

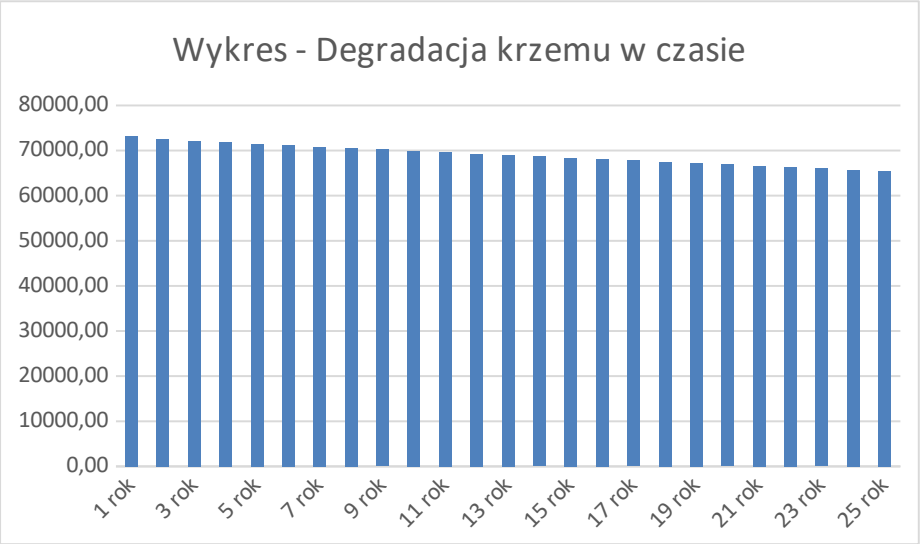
Lokalizacja:	Suwałki
Dane klimatyczne:	Suwałki
Moc systemu AC:	62 kW
Moc systemu DC:	78,88 kWp
Pojemność Magazynu energii:	103,5 kWh
Roczna produkcja energii:	73 187 kWh/rok
Uzysk względny:	981,83 kWh/kWp
Konsumpcja własna energii solarnej	52 723 kWh/rok

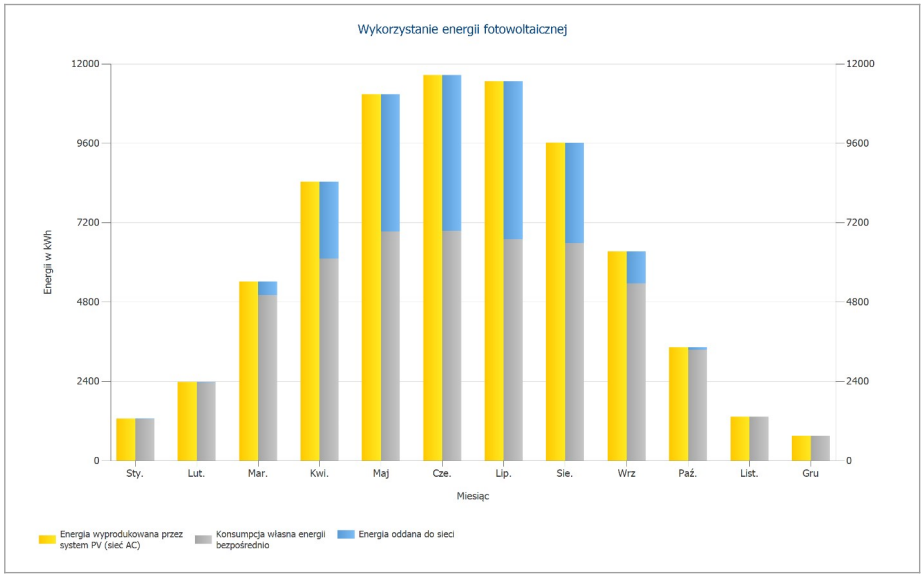
Rys. 5 Wizualizacja przeprowadzonej symulacji

2.6. Wydajność w pierwszych 25 latach funkcjonowania

Moduły PV charakteryzują się liniowym spadkiem wydajności. Zakłada się, że moduły, których moc spadnie w pierwszym roku użytkowania o 1%, po 30 latach moduły utrzymają 87,4% mocy początkowej. Co odpowiada 89,4% po 25 latach.

Rok	Energia kWh
1 rok	**73187,00**
2 rok	72455,13
3 rok	72134,52
4 rok	71815,33
5 rok	71497,55
6 rok	71181,18
7 rok	70866,20
8 rok	70552,62
9 rok	70240,43
10 rok	69929,62
11 rok	69620,19
12 rok	69312,12
13 rok	69005,42
14 rok	68700,07
15 rok	68396,08
16 rok	68093,43
17 rok	67792,12
18 rok	67492,14
19 rok	67193,49
20 rok	66896,16
21 rok	66600,15
22 rok	66305,45
23 rok	66012,05
24 rok	65719,95
25 rok	65429,14
26 rok	65139,62
27 rok	64851,38
28 rok	64564,42
29 rok	64278,73
30 rok	63994,30





-

2.6.1. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi elektrowni zostanie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone falownikiem. Sekcja prądu stałego będzie zbudowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji solarnych , odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

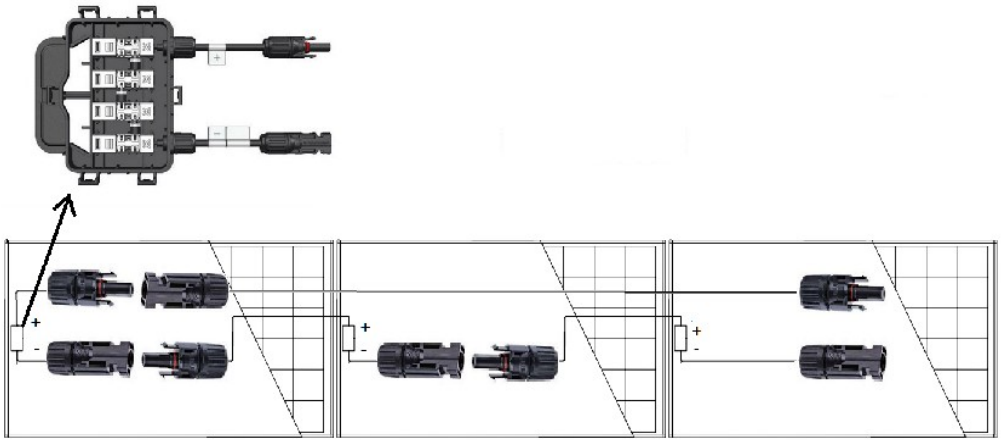
Rys. 3 Produkcja w pierwszych 25 latach funkcjonowania

Sekcja prądu przemiennego zostanie natomiast zbudowana zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wchodzą kable energetyczne YKY, OWY układane w budynku w korytach i kanałach elektroinstalacyjnych, na zewnątrz w rowach kablowych oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

2.6.2. Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterem zostanie wykonane przewodem solarnym o przekroju 6mm^2. Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącej wzdłuż każdego rzędu modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone zostanie na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Przykład połączeń przedstawia Rys. 4.

Instalacja DC wyposażona będzie w ograniczniki przepięć Typu 1+2, schemat połączenia ograniczników przedstawiony został na rysunku PV-1, dołączonym do dokumentacji.



Rys. 4 Schemat połączeń modułów w pasma

2.7. Instalacja uziemiająca

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności uziemiono:

- konstrukcję rozdzielnic, konstrukcję wsporcze modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowę inwertera.
- obudowa magazynu energii

Główna szyna uziemiająca zostanie podłączona do instalacji uziemiającej. Kabel ochronny PE inwertera i ramy modułów zostały podłączone do tego samego punktu uziemienia.

2.7.1. Instalacja odgromowa

Zgodnie z przeprowadzoną analizą ryzyka PN-EN 632305-2 lub równoważne obiekt nie wymaga ochrony

odgromowej.

2.8. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy N SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”. lub równoważne

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym została zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych,
- Izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- Uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-S (według normy PN–HD 60364–4–41). lub równoważne
- Stosowanie ochrony uzupełniającej.

2.9. Ochrona przeciwprzepięciowa

Zostanie zastosowana skoordynowana ochrona przeciwprzepięciowa poprzez instalację w rozdzielnicach RAC ograniczników typu II dedykowanych do instalacji PV, na napięcie do 1000VDC. Dodatkową ochronę inwerterów stanowić będą warystory montowane fabrycznie w inwerterze.

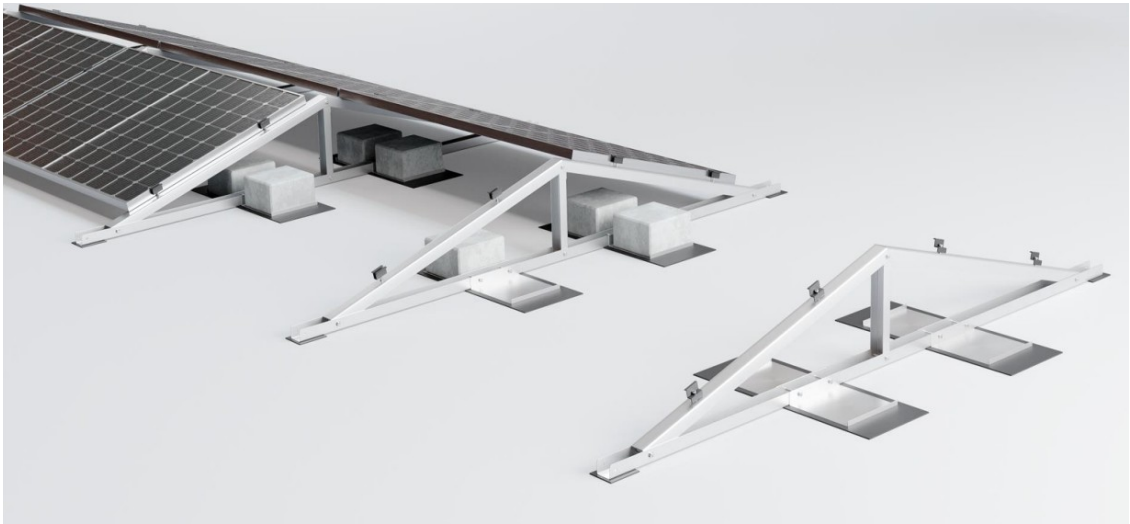
2.10. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

W celu zdalnego monitorowania pracy inwerter został wyposażony w dodatkową kartę WLAN lub Wi-Fi. Dzięki temu możliwa jest kontrola nad pracą instalacji fotowoltaicznej, pozwala to na transmisje danych w celu ich gromadzenia i analizy. Jednocześnie możliwe jest zawiadamianie poprzez zdefiniowane wcześniej adresy mailowe o awariach lub nieprawidłowym funkcjonowaniu inwertera. Ułatwia to zorganizowanie serwisu i przyspiesza reakcje na błędy w systemie. Urządzenie posiada wejście interfejsu RS485, RJ45.

2.11. Opis konstrukcji wsporczej

Zostanie zastosowana systemowa konstrukcja nośna dla modułów PV w układzie wschód - zachód. Konstrukcja jest przystosowana do montażu paneli bifacjalnych na dachu płaskim pokrytym papą, membraną itp.. Moduły fotowoltaiczne zamontowano za pomocą klem do profili nośnych, które mocowane są do uchwytów. Montaż konstrukcji balastowy lub klejony. Pod konstrukcją należy powłokę dachu pomalować farbą lub ułożyć materiał odbijający promienie słoneczne.

Wszystkie elementy konstrukcji są wykonane ze stali ocynkowanej, nierdzewnej lub aluminium.



Rys. 4 Przykładowy widok konstrukcji balastowej wschód-zachód

Dane techniczne:

mocowanie do podłoża:	balast lub inwazyjny
mocowanie paneli:	wertykalne
wymiary modułów:	bez ograniczeń
kąt nachylenia modułów	15°
ilość rzędów modułów	dowolnie
wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
specyfikacja materiałów:	magnelis, stal nierdzewna, aluminium
śruby/nakrętki:	stal nierdzewna A2

3. UWAGI KOŃCOWE

a) Całość robót instalacyjno - montażowych wykonano zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami.
b) Całość prac wykonano ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
c) Stosowano materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,
d) Zmiany uzgodniono z Inwestorem.
e) Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywano po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.

3.1. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary testerem zgodnym z normą VDE0126-23(EN 62446 lub równoważne):

- stanu izolacji kabli zasilających DC (1500V),
- pomiar napięcia jałowego Uoc do 1100 VDC,
- stanu izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008 lub równoważne),
- rezystancji uziemienia (według normy PN-EN 62305-3 lub równoważne),
- pomiar impedancji pętli zwarcia,
- sprawdzenie wyłączników różnicowo-prądowych.

4. LITERATURA

4.1. Normy

- PN-EN 62446-1:2016-08Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór lub równoważne
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania. lub równoważne
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP). lub równoważne
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów. lub równoważne
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi. lub równoważne
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu. lub równoważne
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS) lub równoważne
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych lub równoważne
- PN-EN 62208:2011 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne. lub równoważne
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego. lub równoważne
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych. lub równoważne
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie. lub równoważne
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. lub równoważne
- PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i lub równoważne montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne. lub równoważne
- PN-HD 62305-1do 4:2011 Ochrona odgromowa. lub równoważne

Urząd Miasta Suwałki
Michał Dziurzyński
16-400 Suwałki
ul. Mickiewicza 1

Nr klienta: UM_Suwałki
Tytuł projektu: 003_UM_Suwałki
Nr oferty: 003

25.05.2025

Twój system fotowoltaiczny

Adres instalacji

SP 5
Klonowa 51
16-400 Suwałki

Opis projektu:

Zaprojektowana została instalacja fotowoltaiczna z magazynami energii oraz z automatyką blokującą sprzedaż energii do sieci dostawcy energii elektrycznej.
System EMS umożliwi oddanie do 20% wyprodukowanej energii w skali roku do OSD.
Dane do opracowania koncepcji zużycia energii elektrycznej przyjęto za rok 2023.

Przegląd projektu

Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

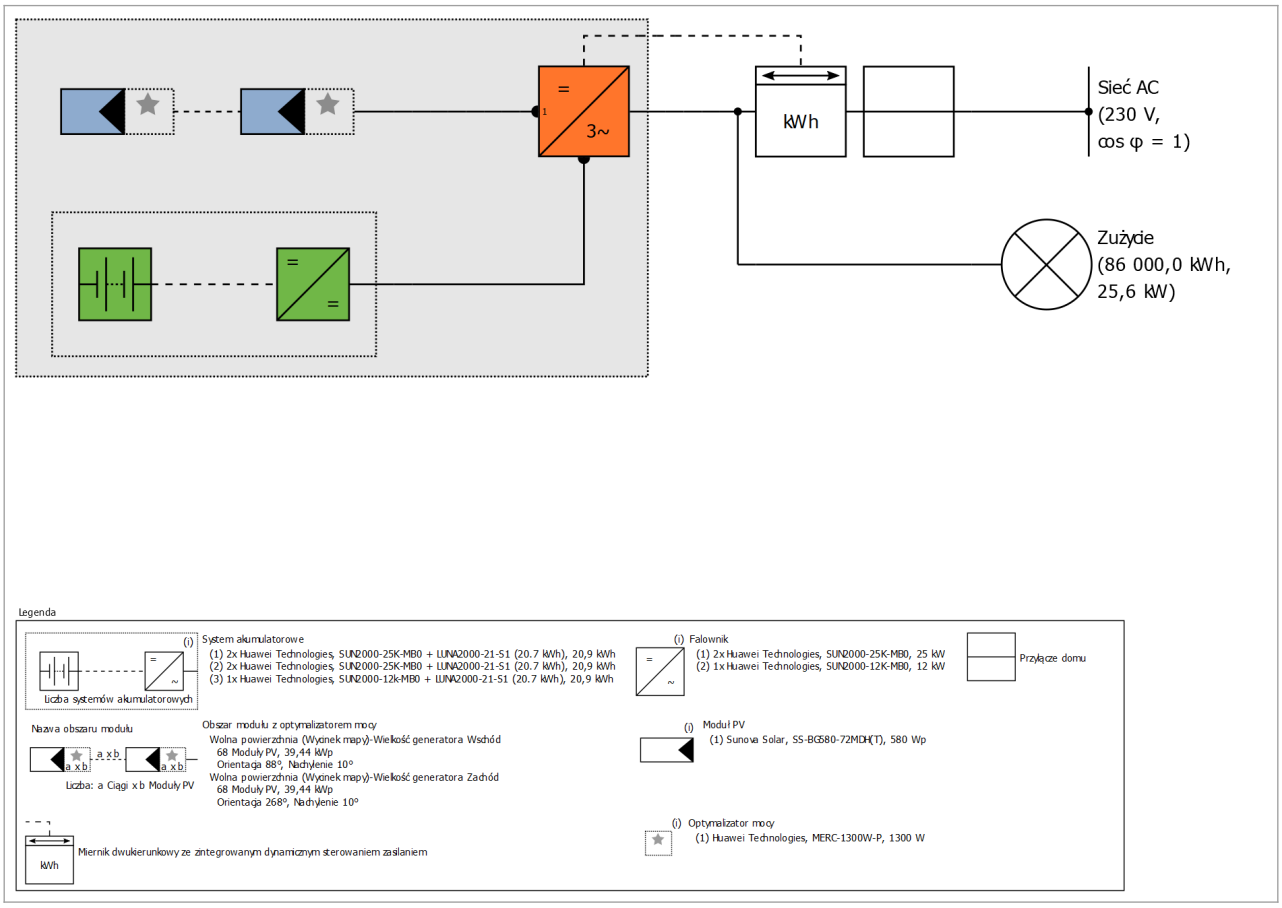
Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi

Dane klimatyczne	Suwalki, POL (2001 - 2020)	
Źródło wartości	Meteonorm 8.2	
Moc generatora PV	78,88	kWp
Powierzchnia generatora PV	351,3	m²
Liczba modułów PV	136	
Liczba falowników	3	
Liczba systemów akumulatorowych	5	

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003



Ilustracja: Schemat instalacji

Prognoza uzysku

Prognoza uzysku

Moc generatora PV	78,88	kWp
Spec. uzysk roczny	982,25	kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	94,71	%
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,4	%
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem	73 590	kWh/Rok
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	52 718	kWh/Rok
Regulacja w punkcie zasilania	7 061	kWh/Rok
Energia oddana do sieci	13 811	kWh/Rok
Udział konsumpcja własna energii	71,6	%
Emisja CO_2, której dało się uniknąć:	50 700	kg / rok
Stopień samowystarczalności	61,3	%

Stworzono przy użyciu PV*SOL premium 2025 (R6)
Valentin Software GmbH

Struktura instalacji

Przegląd

Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi

Dane klimatyczne

Lokalizacja	Suwalki, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

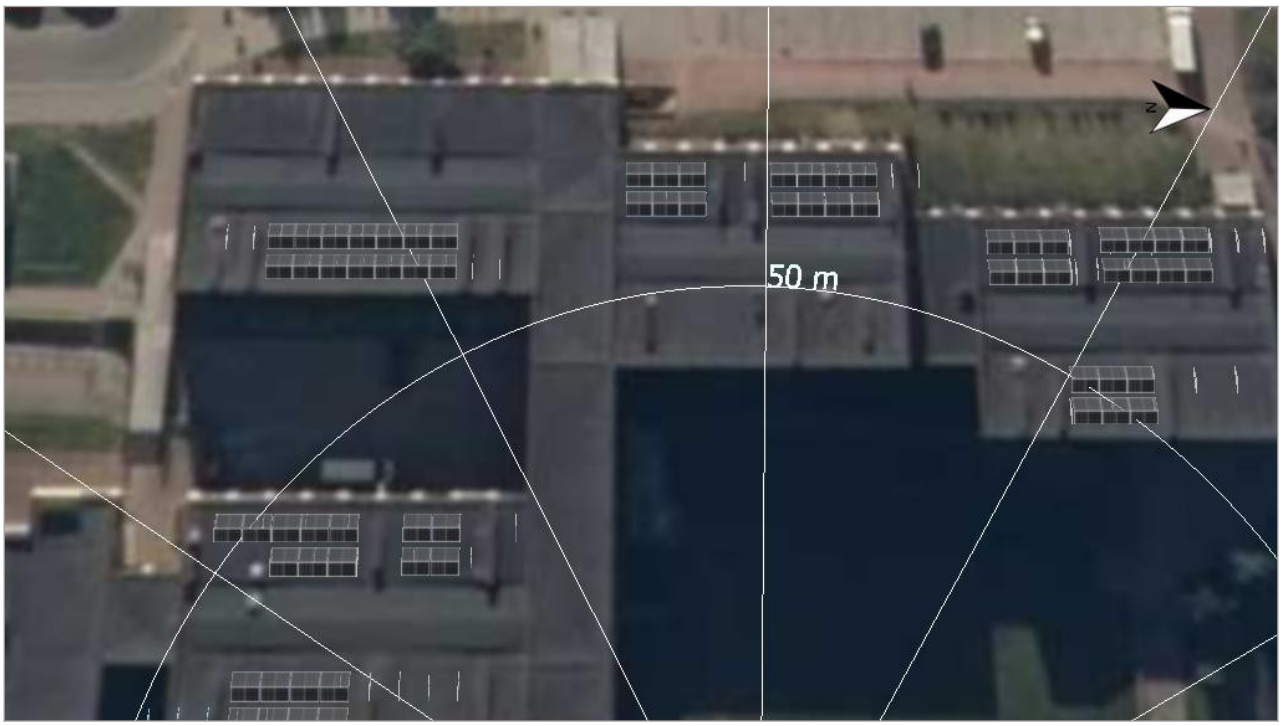
Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

Powierzchnie modułów

1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Wschód

Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Wschód

Nazwa	Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Wschód
Moduły PV	68 x
Nachylenie	10 °
Orientacja	Wschód 88 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	175,7 m²



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Wschód

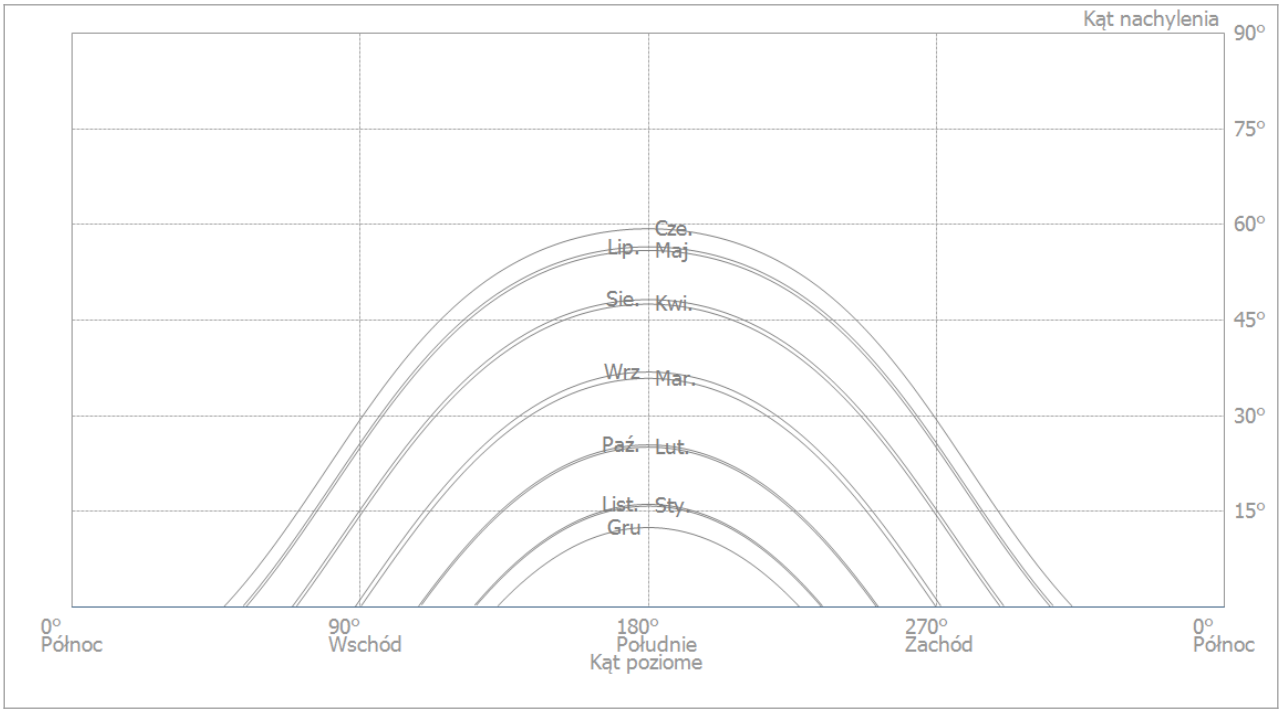
2. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Zachód

Generator PV, 2. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Zachód

Nazwa	Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Zachód
Moduły PV	68 x
Nachylenie	10 °
Orientacja	Zachód 268 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	175,7 m²

Ilustracja: 2. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Zachód

Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

Konfigurację falownika

Konfiguracja 1

Powierzchnie modułów		Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Wschód + Wolna powierzchnia (Wycinek mapy)-Wielkość generatora Zachód
Falownik 1		
Model		
Liczba		1
Współczynnik wymiarowania		129,9 %
Konfiguracja		MPP 1: 2 x 7☆ [1 x 2]
		MPP 2: 2 x 7☆ [1 x 2]
Optymalizator mocy	28x	(v1)
Falownik 2		
Model		
Liczba		1
Współczynnik wymiarowania		129,9 %
Konfiguracja		MPP 1: 2 x 7☆ [1 x 2]
		MPP 2: 2 x 7☆ [1 x 2]
Optymalizator mocy	28x	
Falownik 3		
Model		
Producent		s
Liczba		1
Współczynnik wymiarowania		116 %
Konfiguracja		MPP 1: 1 x 6☆ [1 x 2]
		MPP 2: 1 x 6☆ [1 x 2]
Optymalizator mocy	12x	P (v1)

Sieć AC

Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe pomiędzy przewodem fazowym a zerowym	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1
Ograniczenie mocy zasilania sieci w procentach mocy prądu DC	20 %

Systemy akumulatorowe

System akumulatorowe - Grupa 1

Model	
Liczba	2
Falowniki do ładowania akumulatora	
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Moc znamionowa	25 kW
Akumulator	
Producent	
Liczba	3
Energia akumulatorów	20,9 kWh
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy

System akumulatorowe - Grupa 2

Model	
Liczba	2
Falowniki do ładowania akumulatora	
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Moc znamionowa	25 kW
Akumulator	
Producent	
Liczba	3
Energia akumulatorów	20,9 kWh
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy

System akumulatorowe - Grupa 3

Model	
Liczba	1
Falowniki do ładowania akumulatora	
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Moc znamionowa	12 kW
Akumulator	
Producent	
	)
Liczba	3
Energia akumulatorów	20,9 kWh
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy

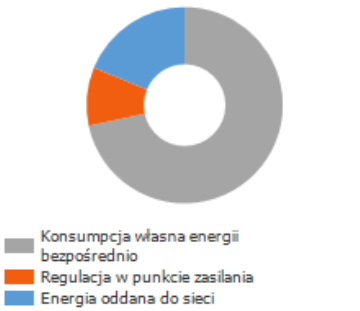
Wyniki symulacji

Wyniki Cała instalacja

Instalacja PV

Moc generatora PV	78,88	kWp
Spec. uzysk roczny	982,25	kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	94,71	%
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,4	%
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem	73 590	kWh/Rok
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	52 718	kWh/Rok
Regulacja w punkcie zasilania	7 061	kWh/Rok
Energia oddana do sieci	13 811	kWh/Rok
Udział konsumpcja własna energii	71,6	%
Emisja CO_2, której dało się uniknąć:	50 700	kg / rok

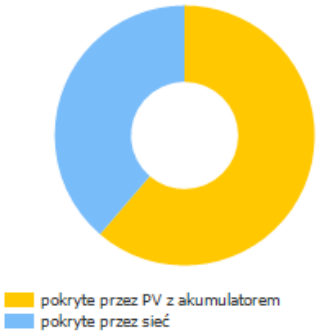
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem



Urządzenie

Urządzenie	86 000	kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	48	kWh/Rok
Zużycie całkowite	86 048	kWh/Rok
pokryte przez PV z akumulatorem	52 718	kWh/Rok
pokryte przez sieć	33 330	kWh/Rok
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	61,3	%

Zużycie całkowite



System akumulatorowe

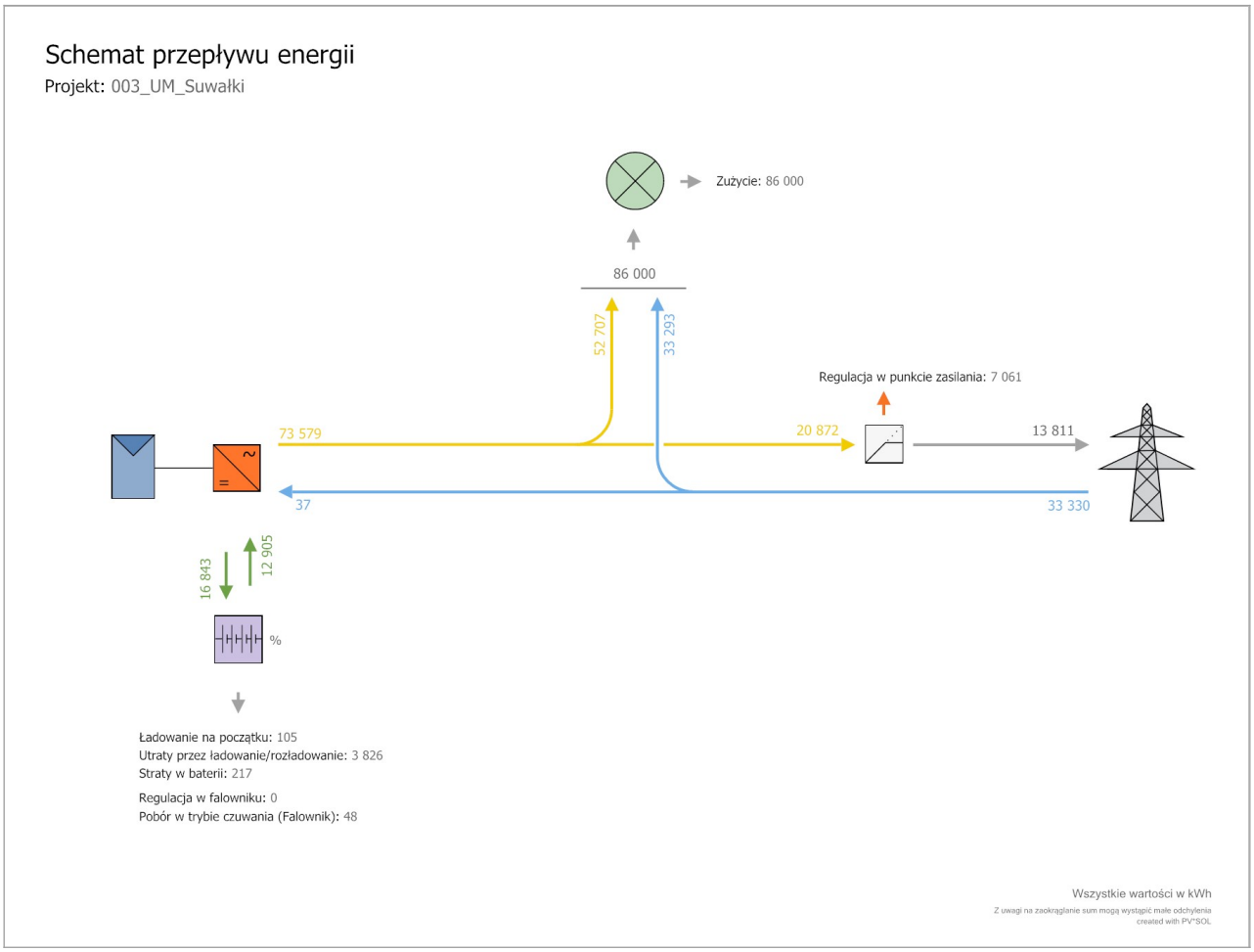
Ładowanie na początku	105	kWh
Ładowanie akumulatora (Instalacja PV)	16 843	kWh/Rok
Energia akumulatora do pokrycia zużycia	12 905	kWh/Rok
Rozładowanie akumulatora do sieci	0	kWh/Rok
Utraty przez ładowanie/rozładowanie	3 826	kWh/Rok
Straty w baterii	217	kWh/Rok
Obciążenie cykliczne 1	3,0	%
Okres trwałości eksploatacyjnej 1	>20	Lata
Obciążenie cykliczne 2	3,0	%
Okres trwałości eksploatacyjnej 2	>20	Lata
Obciążenie cykliczne 3	2,0	%
Okres trwałości eksploatacyjnej 3	>20	Lata

Stopień samowystarczalności

Zużycie całkowite	86 048	kWh/Rok
pokryte przez sieć	33 330	kWh/Rok
Stopień samowystarczalności	61,3	%

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003

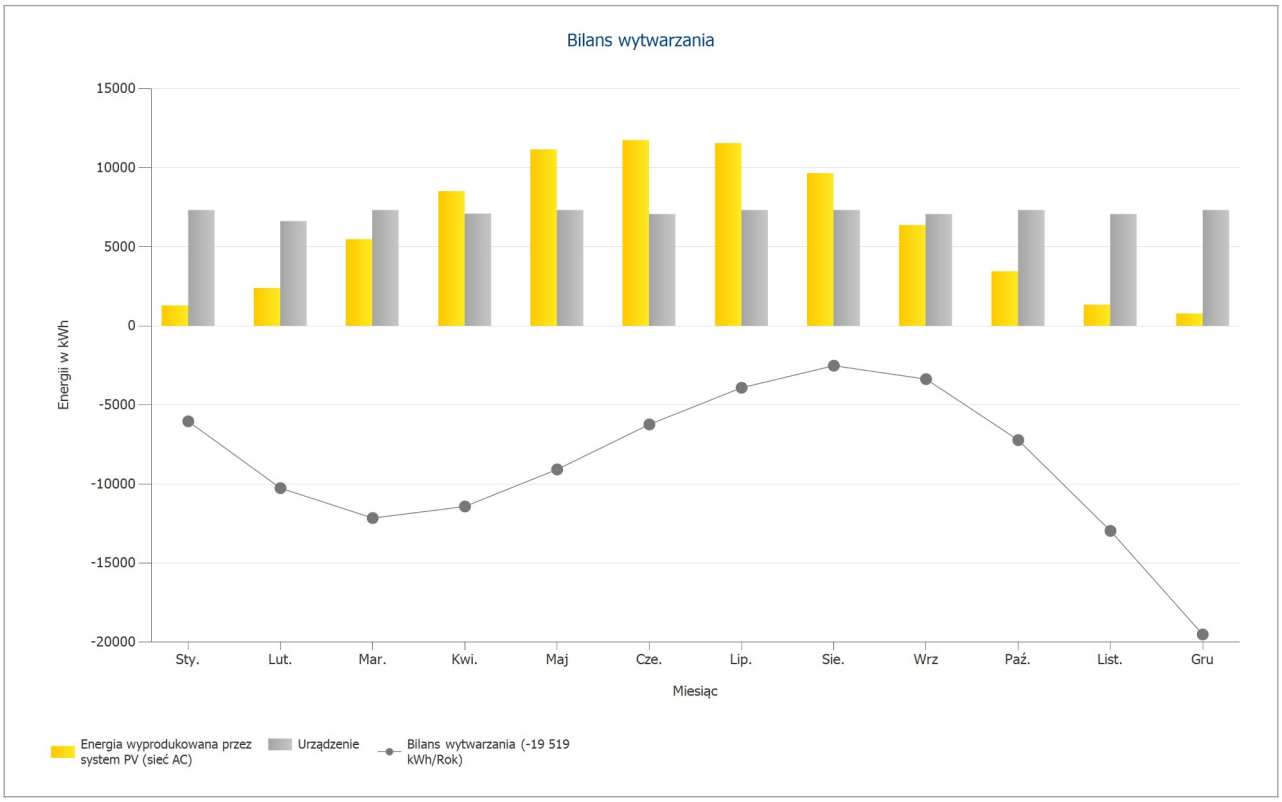


Ilustracja: Przepływ energii

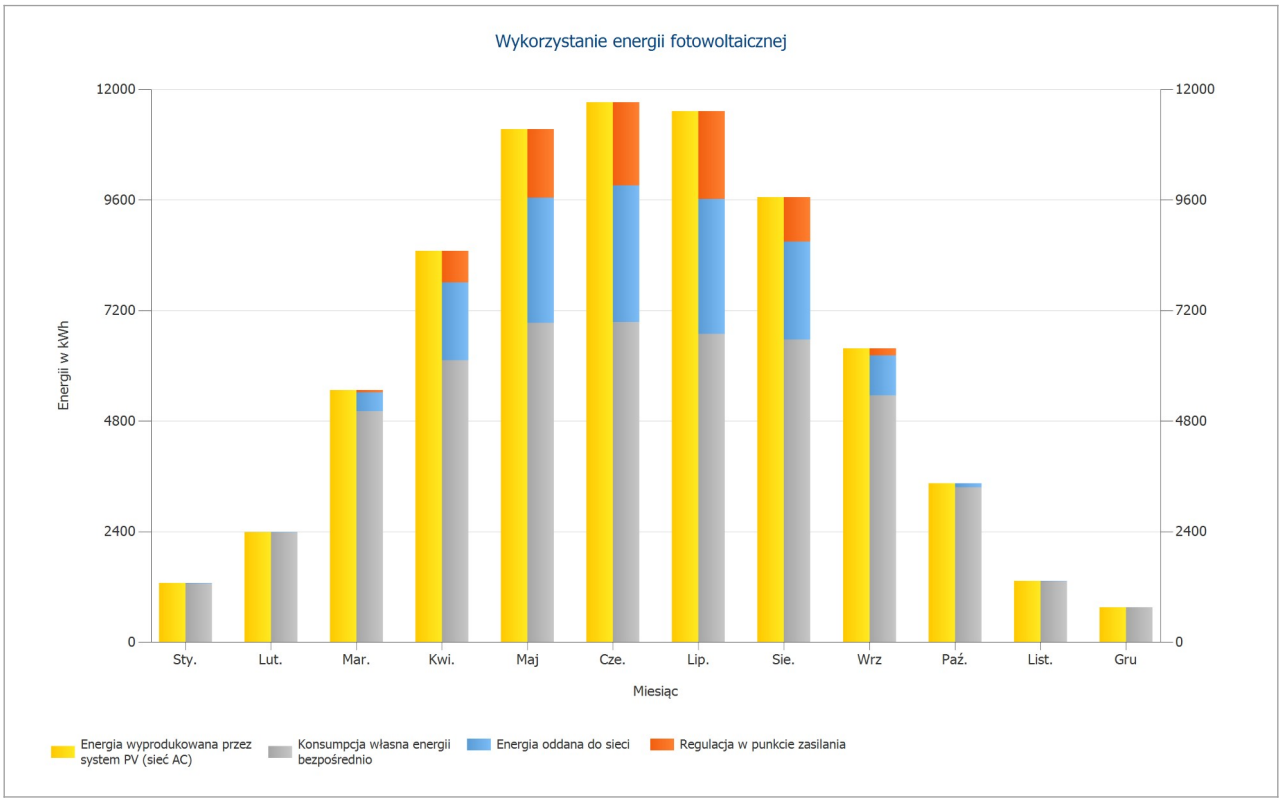
Stworzono przy użyciu PV*SOL premium 2025 (R6)
Valentin Software GmbH

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003



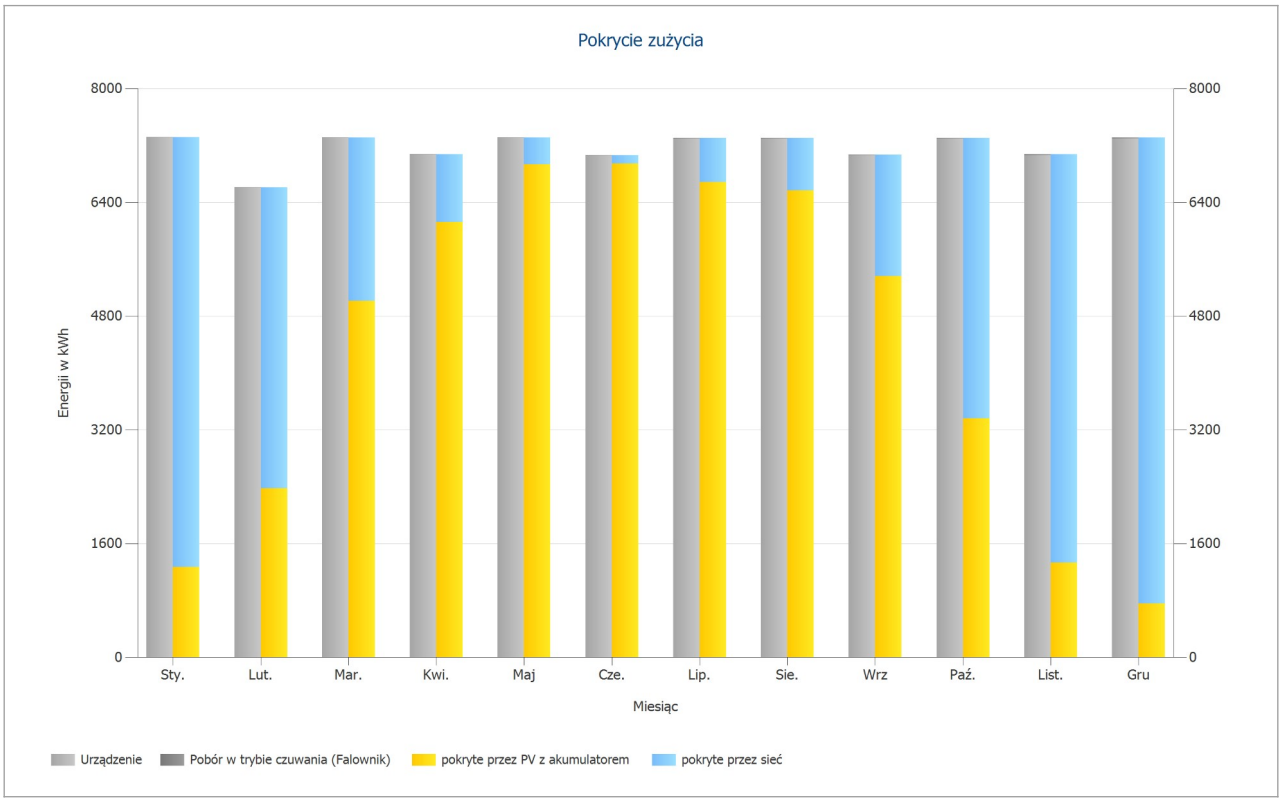
Ilustracja: Bilans wytwarzania



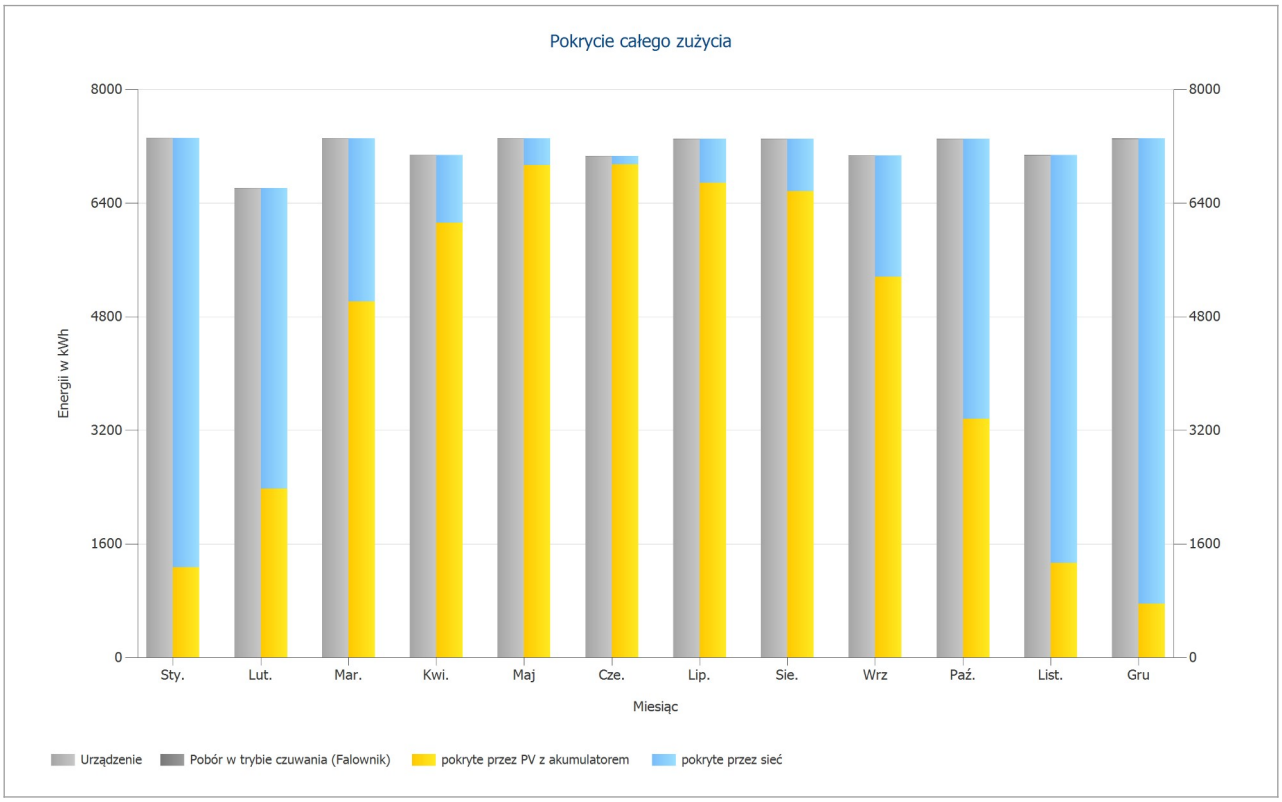
Ilustracja: Wykorzystanie energii fotowoltaicznej

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003



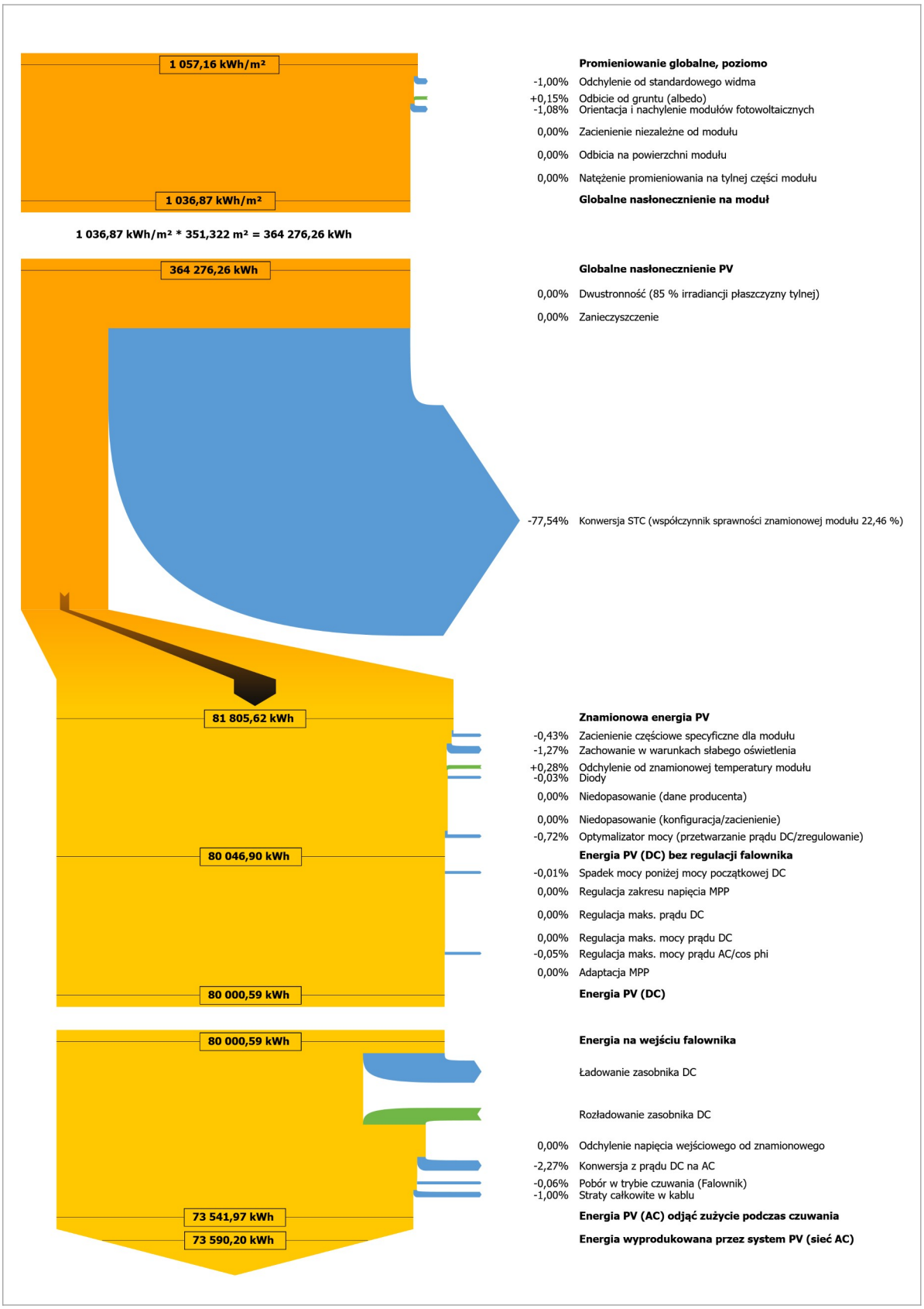
Ilustracja: Pokrycie zużycia



Ilustracja: Pokrycie całego zużycia

Stworzono przy użyciu PV*SOL premium 2025 (R6)
Valentin Software GmbH

Bilans energetyczny Diagram Sankeya



Ilustracja: Bilans energetyczny Diagram Sankeya

Arkusze danych

Arkusz danych modułu PV

Moduł PV:

Producent	
Dostępny	Tak
Dane elektryczne	
Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Moduł półogniwa	Tak
Liczba ogniw	144
Liczba diod by-pass	3
Straty napięcia na diodzie bypassu	1 V
Zintegrowany optymalizator mocy	Nie
Tylko falownik transformatorowy	Nie
Parametry U/I przy STC	
Napięcie w MPP	43,52 V
Natężenie prądu w MPP	13,33 A
Napięcie obwodu otwartego	51,19 V
Prąd zwarciowy	14,06 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %
Moc znamionowa	580 W
Współczynnik wypełnienia	80,6 %
Współczynnik sprawności	22,46 %
Parametry obciążenia częściowego U/I	
Źródło wartości	Producent/własne
Nasłonecznienie	200 W/m²
Napięcie w MPP przy obciążeniu częściowym	42,115 V
Natężenie prądu w MPP przy obciążeniu częściowym	2,689 A
Napięcie pracy jałowej przy obciążeniu częściowym	48,239 V
Prąd zwarciowy przy obciążeniu częściowym	2,812 A
Parametry dodatkowe	
Współczynnik temperaturowy Voc	-140 mV/K
Współczynnik temperaturowy Isc	6,43 mA/K
Współczynnik temperaturowy Pmpp	-0,29 %/K
Współczynnik kąta padania (IAM)	100 %
Czynnik dwustronny	85 %
Maksymalne napięcie systemowe	1500 V
Dane mechaniczne	
Szerokość	1134 mm
Wysokość	2278 mm
Głębokość	30 mm
Szerokość ramki	32 mm
Ciężar	32,3 kg

Dane techniczne optymalizatora mocy

Optymalizator mocy:

Dane elektryczne	
Zintegrowane z modułem	Nie
Tryb optymalizatora	Buck
Moc znamionowa DC	1300 W
Maks. napięcie wejściowe	125 V
Maks. napięcie wyjściowe	80 V
Maks. prąd wejściowy	20 A
Maks. prąd wyjściowy	-1 A
Min. napięcie MPP	12,5 V
Max. napięcie MPP	105 V
Redukcja napięcia jałowego	0 %
Maksymalne niedopasowanie szeregów	0 %

Arkusz danych falownika

Falownik:

Producent	
Dostępny	Tak
Dane elektryczne – DC	
Moc znamionowa DC	25,46 kW
Maks. moc prądu DC	37,5 kW
Napięcie znamionowe DC	600 V
Maks. napięcie wejściowe	1100 V
Maks. prąd wejściowy	60 A
Max. prąd zwarciowy	60 A
Liczba wejść DC	4
Dane elektryczne – AC	
Moc znamionowa prądu AC	25 kW
Maks. moc prądu AC	27,5 kVA
Nom. napięcie AC	230 V
Liczba faz	3
Z transformatorem	Nie
Dane elektryczne – Inne	
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	0,25 %/100V
Min. Moc przesyłana do sieci	50 W
Pobór w trybie czuwania	5,5 W
Zużycie nocne	5,5 W
Tracker MPP	
Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99,9 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	99,9 %
Liczba trackerów MPP	2
Tracker MPP 1-2	
Maks. prąd wejściowy	30 A
Max. prąd zwarciowy	30 A
Maks. moc wejściowa	21,6 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	1000 V

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003

Falownik:

Producent	
Dostępny	Tak
Dane elektryczne – DC	
Moc znamionowa DC	12,26 kW
Maks. moc prądu DC	18 kW
Napięcie znamionowe DC	600 V
Maks. napięcie wejściowe	1100 V
Maks. prąd wejściowy	60 A
Max. prąd zwarciowy	60 A
Liczba wejść DC	4
Dane elektryczne – AC	
Moc znamionowa prądu AC	12 kW
Maks. moc prądu AC	13,2 kVA
Nom. napięcie AC	230 V
Liczba faz	3
Z transformatorem	Nie
Dane elektryczne – Inne	
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	0,25 %/100V
Min. Moc przesyłana do sieci	50 W
Pobór w trybie czuwania	5,5 W
Zużycie nocne	5,5 W
Tracker MPP	
Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99,9 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	99,9 %
Liczba trackerów MPP	2
Tracker MPP 1-2	
Maks. prąd wejściowy	30 A
Max. prąd zwarciowy	30 A
Maks. moc wejściowa	21,6 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	1000 V

Arkusz danych systemu akumulatorów

System akumulatorowe:

Producent	
Dostępny	Tak
Falowniki do ładowania akumulatora	
Moc znamionowa	25 kW
Maksymalna moc ładowania	25 kW
Maksymalna moc rozładowywania	25 kW
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Akumulator	
Producent akumulator	
Liczba	3 (3x1)
Napięcie prądu DC systemu akumulatorowego	76,8 V
Użyteczna energia akumulatorów	20,9 kWh
Pojemność dla t = 10 h	280 Ah

System akumulatorowe:

Dostępny	Tak
Falowniki do ładowania akumulatora	
Moc znamionowa	25 kW
Maksymalna moc ładowania	25 kW
Maksymalna moc rozładowywania	25 kW
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Akumulator	
Producent akumulator	
Liczba	3 (3x1)
Napięcie prądu DC systemu akumulatorowego	76,8 V
Użyteczna energia akumulatorów	20,9 kWh
Pojemność dla t = 10 h	280 Ah

System akumulatorowe:

Dostępny	Tak
Falowniki do ładowania akumulatora	
Moc znamionowa	12 kW
Maksymalna moc ładowania	13,2 kW
Maksymalna moc rozładowywania	13,2 kW
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Akumulator	
Producent akumulator	
Liczba	3 (3x1)
Napięcie prądu DC systemu akumulatorowego	76,8 V
Użyteczna energia akumulatorów	20,9 kWh
Pojemność dla t = 10 h	280 Ah

Arkusz danych akumulatora

Akumulator:

Dostępny	Tak
Dane elektryczne	
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy
Napięcie ogniwa	3,2 V
Liczba ogniw w rzędzie	8
Napięcie znamionowe	25,6 V
Liczba linii akumulatorowych	1
Oporność wewnętrzna	5 mΩ
Samorozładowanie	1,8 %/Miesiąc
Trwałość w cyklu ładowania-rozładowania (DoD = 40 %)	13688
Dane mechaniczne	
Długość	590 mm
Szerokość	255 mm
Wysokość	360 mm
Ciężar	68 kg

Akumulator:

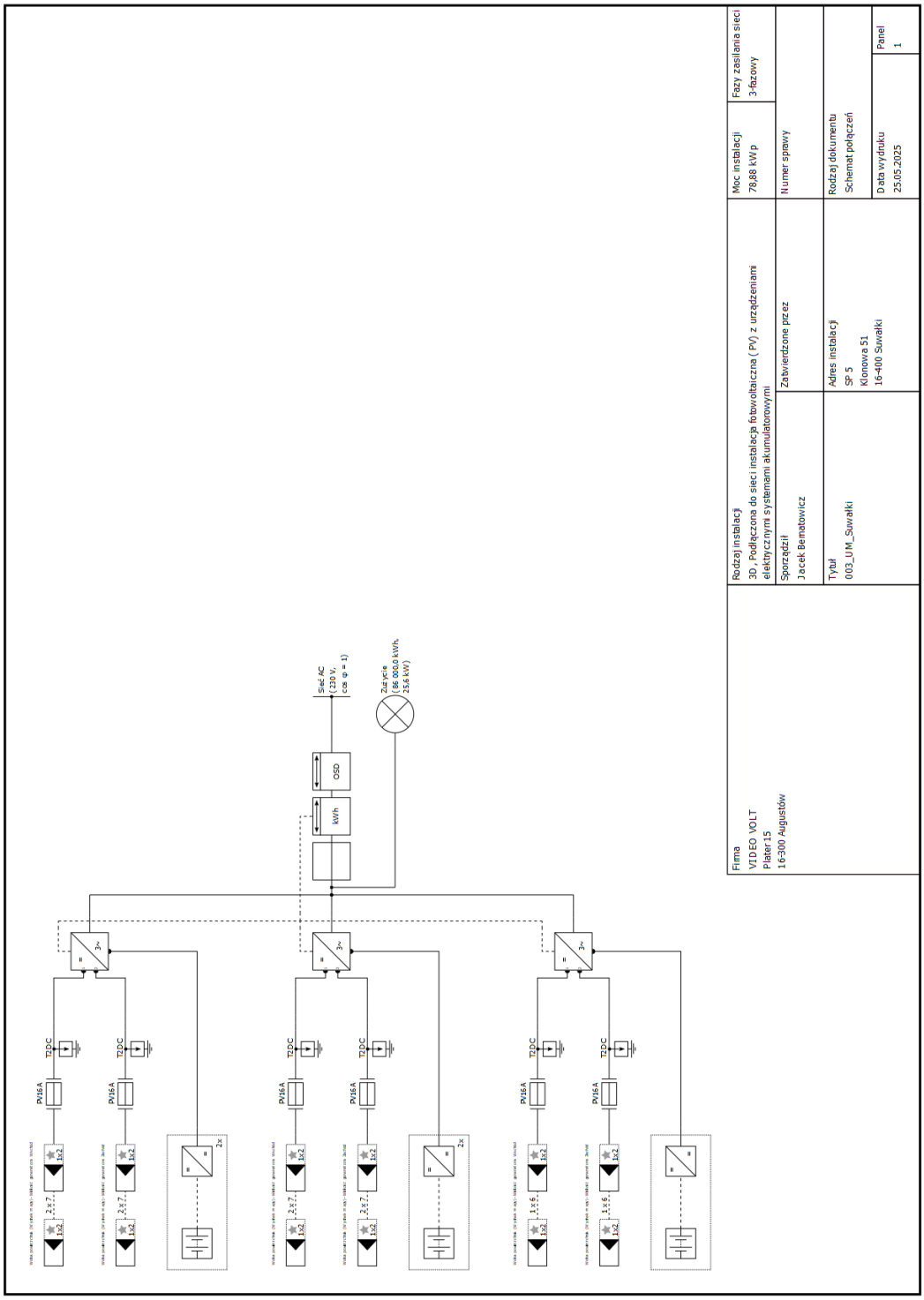
Dostępny	Tak
Dane elektryczne	
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy
Napięcie ogniwa	3,2 V
Liczba ogniw w rzędzie	8
Napięcie znamionowe	25,6 V
Liczba linii akumulatorowych	1
Oporność wewnętrzna	5 mΩ
Samorozładowanie	1,8 %/Miesiąc
Trwałość w cyklu ładowania-rozładowania (DoD = 40 %)	13688
Dane mechaniczne	
Długość	590 mm
Szerokość	255 mm
Wysokość	360 mm
Ciężar	68 kg

Plany i listy części

Schemat połączeń

003_UM_Suwałki

Numer oferty: 003



Ilustracja: Schemat połączeń

Zrzuty ekranu, Projektowanie 3D

Powierzchnie modułów

Ilustracja: Zrzut ekranu01